

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-145984

(43)Date of publication of application : 07.06.1996

(51)Int.Cl.

G01N 33/20

G01N 21/89

(21)Application number : 06-286746

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 21.11.1994

(72)Inventor : ISHIZAKA YUKIO
TSUYAMA OSAMU

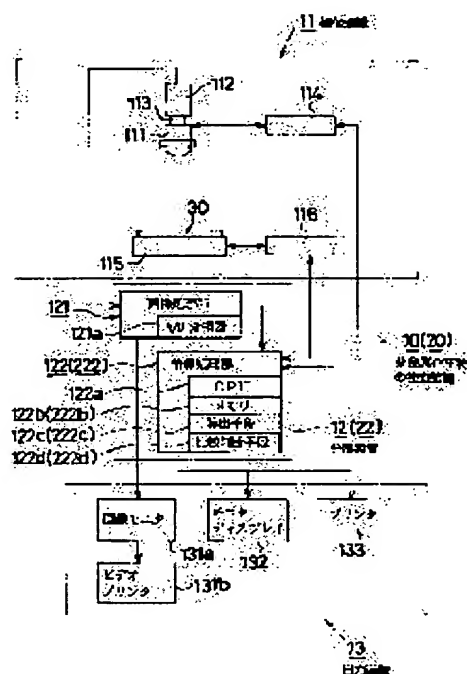
(54) INSPECTION DEVICE OF NON-METAL INCLUSION

(57)Abstract:

PURPOSE: To exclude factors for leading to erroneous recognition and to measure and classify only a non-metal inclusion by comparing concentration inclination regarding image data picked up by an image pick-up device, a concentration standard deviation, and a threshold for analyzing preset nonmetal inclusion and factors for leading to erroneous recognition.

CONSTITUTION: An object 30 to be inspected is placed on and XY stage 115 and the stage 115 can be moved by a specific amount in X-axis and Y-axis directions. An optical microscope 111 is provided at the upper portion of the stage 115 and the image of the surface of the object 30 to be inspected is picked up by an industry TV camera 112. The camera 112 is connected to an image processing part 121 including an A/D converter 121a and an analog signal in units of image picked up and converted by a camera 112 is converted to a digital signal. Classification data of the preset non-metal

inclusion are stored at an information processing part 122. A calculation means 122c calculates concentration inclination and concentration standard deviation and a comparison judgment means 122d determines whether a factor is the one for leading to an erroneous recognition or not according to the non-metal inclusion.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-145984

(43) 公開日 平成8年(1996)6月7日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 N 33/20
21/89

識別記号

J
B

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願平6-286746

(22) 出願日 平成6年(1994)11月21日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 石坂 行雄

福岡県北九州市小倉北区許斐町1番地 住

友金属工業株式会社小倉製鉄所内

(72) 発明者 津山 修

福岡県北九州市小倉北区許斐町1番地 住

友金属工業株式会社小倉製鉄所内

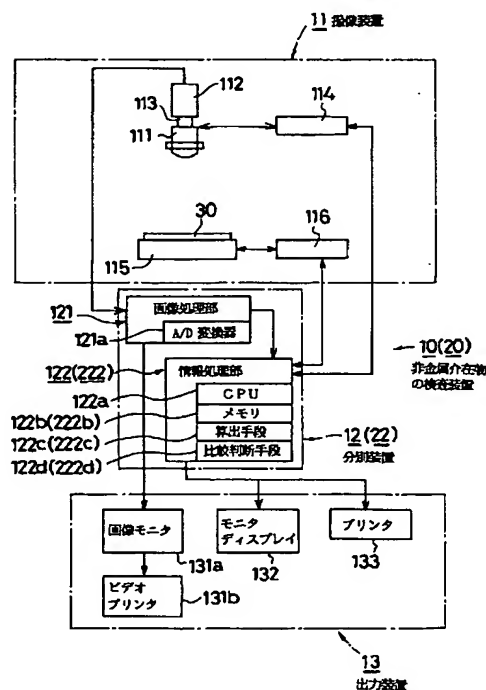
(74) 代理人 弁理士 井内 龍二

(54) 【発明の名称】 非金属介在物の検査装置

(57) 【要約】

【構成】 撮像装置11により撮像された画像データに関する濃度勾配K、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段122c、及びこれら濃度勾配K、濃度標準偏差 σ と、予め設定しておいた非金属介在物及び誤認要因を分別するしきい値 K_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか誤認要因であるかを判断する比較判断手段122dを含んで分別装置12が構成されている非金属介在物の検査装置10。

【効果】 非金属介在物と誤認要因との濃度プロファイルにはそれぞれ差異があり、誤認要因に比べて非金属介在物の濃度勾配K及び濃度標準偏差 σ の方が小さく、このため、これらを容易に自動的に分別することができる。この結果、誤認要因を除外し、非金属介在物のみに関して測定・分類を行なうことができ、定量解析を正確に実施することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検査体を撮像する撮像装置と、該撮像装置の撮像結果に基づいて被検査体中の非金属介在物及び非金属介在物誤認要因を分別する分別装置と、該分別装置の分別結果を出力する出力装置とで構成される非金属介在物の検査装置であって、前記撮像装置により撮像された画像データに関する濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段、及びこれら濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ と、予め設定しておいた非金属介在物及び非金属介在物誤認要因を分別するしきい値 K_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか非金属介在物誤認要因であるかを判断する比較判断手段を含んで前記分別装置が構成されていることを特徴とする非金属介在物の検査装置。

【請求項 2】 被検査体を撮像する撮像装置と、該撮像装置の撮像結果に基づいて被検査体中の非金属介在物及び非金属介在物誤認要因を分別する分別装置と、該分別装置の分別結果を出力する出力装置とで構成される非金属介在物の検査装置であって、前記撮像装置により撮像された画像データに関する濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段、及びこれら濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ と、予め設定しておいた非金属介在物及び非金属介在物誤認要因を分別するしきい値 H_{∞} 、 X_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか非金属介在物誤認要因であるかを判断する比較判断手段を含んで前記分別装置が構成されていることを特徴とする非金属介在物の検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は非金属介在物の検査装置に関し、より詳細には、例えば鋼材等の金属材料中における酸化物系、硫化物系、炭窒化物系、珪酸塩系等の非金属介在物を検出・分類する際に使用する画像処理技術を用いた非金属介在物の検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 金属材料中に存在する例えば酸化物系、硫化物系、炭窒化物系、珪酸塩系等の非金属介在物は機械的諸特性に影響を及ぼすため、これらの定量解析を行うことは品質管理上大変重要である。非金属介在物の検査方法としてはASTM法、JIS法、ミシュラン法などが知られているが、従来の方法はいずれも光学顕微鏡を用いて目視により測定していたため、検査速度が遅く、また測定誤差が生じ易いという問題があった。これらの問題に対処するため、最近では画像処理技術を用いて自動的に非金属介在物の検出・分類を行なう検査装置が開発されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、水分や酸素に対するマトリックスの親和力が高い場合、被検査体表

面にシミ、錆等が発生し易く、また測定環境によっては塵埃等が付着し易い。上記した従来の画像処理技術を用いた非金属介在物の検査装置においては、これらのしみ、錆、塵埃等のような非金属介在物とは異なるもの（以下、これらを単に誤認要因と記す）と非金属介在物とが判別され難く（以下、非金属介在物と誤認要因とを総称して対象物と記す）、この誤認要因までもを非金属介在物として検出してしまい、定量解析を正確に行うのが困難であるという課題があった。

【0004】 本発明はこのような課題に鑑みなされたものであり、非金属介在物と誤認要因とを自動的に分別することができ、非金属介在物の定量解析を正確に行うことができる非金属介在物の検査装置を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明に係る非金属介在物の検査装置は、被検査体を撮像する撮像装置と、該撮像装置の撮像結果に基づいて被検査体中の非金属介在物及び非金属介在物誤認要因を分別する分別装置と、該分別装置の分別結果を出力する出力装置とで構成される非金属介在物の検査装置であって、前記撮像装置により撮像された画像データに関する濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段、及びこれら濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ と、予め設定しておいた非金属介在物及び誤認要因を分別するしきい値 K_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか誤認要因であるかを判断する比較判断手段を含んで前記分別装置が構成されていることを特徴としている（1）。

【0006】 なお濃度勾配 K とは、 $m+1$ 個の画素に対する対象物 m 個目の画素濃度と境界近傍におけるマトリックスの画素濃度との濃度差をいう。

【0007】 また本発明に係る非金属介在物の検査装置は、被検査体を撮像する撮像装置と、該撮像装置の撮像結果に基づいて被検査体中の非金属介在物及び誤認要因を分別する分別装置と、該分別装置の分別結果を出力する出力装置とで構成される非金属介在物の検査装置であって、前記撮像装置により撮像された画像データに関する濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段、及びこれら濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ と、予め設定しておいた非金属介在物及び誤認要因を分別するしきい値 H_{∞} 、 X_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか誤認要因であるかを判断する比較判断手段を含んで前記分別装置が構成されていることを特徴としている（2）。

【0008】

【作用】 上記構成の非金属介在物の検査装置（1）によれば、撮像装置により撮像された画像データに関する濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段、及びこ

れら濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ と、予め設定しておいた非金属介在物及び誤認要因を分別するしきい値 K_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか誤認要因であるかを判断する比較判断手段を含んで分別装置が構成されており、前記非金属介在物と前記誤認要因との濃度プロファイルにはそれぞれ差異があり、前記誤認要因に比べて前記非金属介在物における前記濃度勾配 K 及び濃度標準偏差 σ の方が小さく、このため、前記非金属介在物と前記誤認要因とを容易に自動的に分別し得ることとなる。この結果、前記誤認要因を除外し、非金属介在物のみに関して測定・分類を行ない得ることとなり、定量解析を正確に実施し得ることとなる。

【0009】また上記構成の非金属介在物の検査装置

(2)によれば、撮像装置により撮像された画像データに関する濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段、及びこれら濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ と、予め設定しておいた非金属介在物及び誤認要因を分別するしきい値 H_{∞} 、 X_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか誤認要因であるかを判断する比較判断手段を含んで分別装置が構成されており、前記非金属介在物と前記誤認要因との濃度ヒストグラムにはそれぞれ差異があり、例えば該濃度ヒストグラムより算出される正規分布曲線式等を用いて前記濃度ヒストグラム形状 H に近似させると、前記誤認要因に比べて前記非金属介在物における前記濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 及び濃度標準偏差 σ の方が小さく、このため、前記非金属介在物と前記誤認要因とを容易に自動的に分別し得ることとなる。この結果、前記誤認要因を除外し、非金属介在物のみに関して測定・分類を行ない得ることとなり、定量解析を正確に実施し得ることとなる。

【0010】

【実施例及び比較例】以下、本発明に係る非金属介在物の検査装置の実施例を図面に基いて説明する。

【0011】図1は本発明に係る非金属介在物の検査装置の実施例1を示したブロック図であり、図中30は被検査体を示している。被検査体30はX-Yステージ115上に載置され、X-Yステージ115はステージコントローラ116に接続されており、ステージコントローラ116の制御により、被検査体30がX-Yステージ115を介してX軸またはY軸方向に所定量移動し得ようになっている。一方、X-Yステージ115上方には光学顕微鏡111が配設され、光学顕微鏡111上には照明用光源113を介して工業用TVカメラ112が接続されており、照明用光源113により照射された被検査体30表面が光学顕微鏡111により所定倍率に拡大され、この画像が工業用TVカメラ112により撮像されるようになっている。また光学顕微鏡111はオートフォーカスコントローラ114に接続されており、オートフォーカスコントローラ114の制御により、被

検査体30表面に関する光学顕微鏡111の焦点が自動的に調整されるようになっている。これら光学的顕微鏡111、工業用TVカメラ112、X-Yステージ115等を含んで撮像装置11が構成されている。

【0012】また工業用TVカメラ112はA/D変換器121a等を含んで構成された画像処理部121に接続されており、工業用TVカメラ112により撮像・変換された画面単位における一連の画素濃度(アナログ)信号が画像処理部121において多値化された一連の画素濃度(デジタル)信号に変換される。また画像処理部121はCPU122a、メモリ122b、算出手段122c、比較判断手段122d等を含んで構成された情報処理部122に接続され、情報処理部122はオートフォーカスコントローラ114、ステージコントローラ116に接続されている。そして情報処理部122によりこれらコントローラ114、116が制御され、また画像処理部121からの映像信号の取り込み指示が行なわれると共に、画面単位における一連の画素濃度信号データ、予め設定された非金属介在物の分類データ、しきい値 K_{∞} 、 σ_{∞} 等が記憶されるようになっている。また所定走査線A、B、…(図3)ごとの濃度プロファイルが取り出せると共に、対象物32(図3)の長さや幅、対象物32間の距離の検出、これに基づく非金属介在物の分類決定等のデータ処理が行なわれるようになっている。さらに算出手段122cにより濃度勾配 K と濃度標準偏差 σ とが算出され、比較判断手段122dにより濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ としきい値 K_{∞} 、 σ_{∞} とがそれぞれ比較され、対象物32が非金属介在物であるか誤認要因であるかが判断されるようになっている。これら画像処理部121、情報処理部122等を含んで分別装置12が構成されている。

【0013】また画像処理部121は画像モニタ131a及びビデオプリンタ131bに接続されており、撮像装置11により撮像された映像が画像モニタ131a及びビデオプリンタ131bに出力されるようになっている。また情報処理部122はモニタディスプレイ132及びプリンタ133に接続され、情報処理部122により処理された検査結果等が出力されるようになっており、これら画像モニタ131a、モニタディスプレイ132、プリンタ133等を含んで出力装置13が構成されている。これら撮像装置11、分別装置12、出力装置13により非金属介在物の検査装置10が構成されている。

【0014】次に、このように構成された検査装置10を用いて被検査体30表面を撮像し、撮像された対象物32が非金属介在物か、あるいは誤認要因かを分別した後、非金属介在物の定量解析を行なう際の動作を図1～3に基づいて説明する。図2は撮像された対象物が非金属介在物か、あるいは誤認要因かを分別する分別装置12の動作を示したフローチャートである。メモリ122

5

6

bには図3に示したマトリックス31と対象物32とに関する画素 N_i ($i=0, 1, 2, \dots$) ごとの画素濃度 C_i ($i=0, 1, 2, \dots$) データが既に記憶されている。まずCPU122aにおいてこの画素濃度 C_i データが走査線A、B、…ごとの濃度プロファイルとして取り出される(S1)。次に算出手段122cにおいて、対象物32の境界近傍におけるマトリックス31 (画素N *

*) の画素濃度 C_i と対象物32内に所定画素数 m ほど入った箇所の画素濃度 C_m とが算出された後、これらの値が数1に導入されて各走査線A、B、…ごとの濃度勾配 K が算出される。

【0015】

【数1】

$$K = \left| \frac{C_o - C_m}{m + 1} \right|$$

ただし、 K : 濃度勾配

C_o : 対象物境界近傍におけるマトリックス画素 (N_o) の濃度

C_m : 対象物内の画素 (N_i ; $i=1, 2, \dots, n$) における

境界より m 個目の画素 (N_m) の濃度

m : 画素数

【0016】また算出手段122cにおいて、数2に基づき対象物32内の濃度平均値 X が算出された後、数3

【0017】

に基づき各走査線A、B、…ごとの濃度標準偏差 σ が算出される(S2)。

【数2】

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n C_i}{n}$$

ただし、 X : 対象物内の濃度平均値

C_i : 対象物内画素 (N_i) ごとの画素濃度 ($i=1, 2, \dots, n$)

n : 対象物内の全画素数

【0018】

★ ★ 【数3】

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i - X)^2}{n}$$

ただし、 σ : 対象物内の濃度標準偏差

C_i : 対象物内画素 (N_i) ごとの画素濃度 ($i=1, 2, \dots, n$)

X : 対象物内の濃度平均値

n : 対象物内の全画素数

【0019】次にメモリ122bに予め設定・記憶されたしきい値 K_{∞} 、 σ_{∞} が呼び出された後(S3)、比較判断手段122dにおいて濃度勾配 K がしきい値 K_{∞} 以下であるか否かが判断され(S4)、しきい値 K_{∞} 以下でないと判断されるとS7に進んで、否定回数が入力されてカウント値Bが積算される。一方、しきい値 K_{∞} 以下であると判断されると、次に濃度標準偏差 σ がしきい値 σ_{∞} 以下であるか否かが判断され(S5)、しきい値 σ_{∞} 以下でないと判断されるとS7に進んで、否定回数が入力されてカウント値Bに加算される。他方、しきい値 σ_{∞} 以下であると判断されるとS6に進んで、S4、

40 S5の肯定回数がそれぞれ入力されてカウント値Aが積算される。次にカウント値AがBより多いか否かが判断され(S8)、多くないと判断された場合、この対象物32を誤認要因であるとみなして検査対象から除外する(S9)一方、多いと判断された場合、この対象物32に関して通常の検査を行ない、非金属介在物の定量解析を実施する(S10)。

【0020】以下に、実施例1に係る検査装置10を用いて対象物を検査した結果について説明する。図6は対象物のマイクロ写真をスケッチした図であり、(a)は非金属介在物、(b)はシミ、(c)は錆、(d)は塵埃

を示している。また図 7 は濃度プロファイルの一例を示した曲線図であり、(a) は非金属介在物、(b) はシミ、(c) は塵埃の場合を示している。分別条件としては画素数 m を 6 個、しきい値 K_{∞} を 20、しきい値 σ_{∞} を 30 に設定した。なお比較例として算出手段 122c、比較判断手段 122d を備えていない従来の検査装置を用いて検査を行なった。この結果、比較例の装置の場合ではシミ、錆、塵埃の誤認率はそれぞれ約 30%、85%、47% であったが、実施例に係る装置の場合ではそれぞれ約 2%、5%、2% であった。

【0021】上記結果及び説明から明らかなように、実施例 1 に係る非金属介在物の検査装置 10 では、非金属介在物と誤認要因との濃度プロファイルにはそれぞれ差異があり、誤認要因に比べて非金属介在物における濃度勾配 K 及び濃度標準偏差 σ の方が小さいため、非金属介在物と誤認要因とが容易に自動的に分別される。この結果、誤認要因を除外し、非金属介在物のみに関して測定・分類を行なうことができ、定量解析を確実に実施することができる。

【0022】また、本発明に係る非金属介在物の検査装置の実施例 2 を図 1 に示したブロック図に併せて記載してあり、実施例 1 のものと異なる構成部品については部品番号を括弧で示している。情報処理部 222 は CPU 122a、メモリ 222b、算出手段 222c、比較判断手段 222d 等を含んで構成されており、メモリ 222b にはしきい値 H_{∞} 、 X_{∞} 、 σ_{∞} が記憶されている。また算出手段 222c により濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ が算出され、比較判断手段 222d により濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ としきい値 K_{∞} 、 X_{∞} 、 σ_{∞} とがそれぞれ *30

$$H = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2} \left(\frac{C_i - X}{\sigma} \right)^2}$$

ただし、 H : 濃度ヒストグラム形状

C_i : 対象物内画素 (N_i) ごとの画素濃度 ($i = 1, 2, \dots, n$)

X : 対象物内の濃度平均値

σ : 対象物内の濃度標準偏差

【0025】次にメモリ 222b に予め設定・記憶されたしきい値 X_{∞} 、 σ_{∞} 、 H_{∞} が呼び出され (S4)、この後比較判断手段 122d において濃度平均値 X がしきい値 X_{∞} 以下であるか否かが判断され (S5)、しきい値 X_{∞} 以下でないと判断されると S8 に進んで、否定回数が入力されてカウント値 B が積算される。一方、しきい値 X_{∞} 以下であると判断されると、次に濃度標準偏差 σ がしきい値 σ_{∞} 以下であるか否かが判断され (S6)、しきい値 σ_{∞} 以下でないと判断されると S8 に進んで、否定回数が入力されてカウント値 B に加算され

*れ比較され、対象物 32 (図 3) が非金属介在物であるか誤認要因であるかが判断されるようになっている。その他の構成は実施例 1 のものと同様であるので、ここではその構成の詳細な説明は省略することとする。これら画像処理部 121、情報処理部 222 等を含んで分別装置 22 が構成され、撮像装置 11、分別装置 22、出力装置 13 を含んで非金属介在物の検査装置 20 が構成されている。

【0023】次に、このように構成された検査装置 20 を用いて被検査体 30 表面を撮像し、撮像された対象物 32 が非金属介在物か、あるいは誤認要因かを分別した後、非金属介在物の定量解析を行なう際の動作を図 1、3、4、5 に基づいて説明する。図 4 は撮像された対象物が非金属介在物か、あるいは誤認要因かを分別する分別装置 22 の動作を示したフローチャートである。メモリ 222b には図 3 に示したマトリックス 31 と対象物 32 とに関する画素 N_i ($i = 0, 1, 2, \dots$) ごとの画素濃度 C_i ($i = 0, 1, 2, \dots$) データが既に記憶されている。まず CPU 122a においてこの画素濃度 C_i データが走査線 A、B、... ごとの濃度プロファイルとして取り出される (S1)。次に算出手段 222c においてこの濃度プロファイルに基づき、所定の階級により走査線 A、B、... ごとの対象物 32 に関する濃度ヒストグラムが算出される (S2)。次に算出手段 222c において上記数 2、3 に基づき濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ が算出され、またこれらの数値を数 4 に導入して濃度ヒストグラム形状 H が算出される (S3)。

【0024】

【数 4】

る。他方、しきい値 σ_{∞} 以下であると判断されると、次に濃度ヒストグラム形状 H がしきい値 H_{∞} 以下であるか否かが判断され (S7)、しきい値 H_{∞} 以下でないと判断されると S8 に進んで、否定回数が入力されてカウント値 B に加算される。一方、しきい値 H_{∞} 以下であると判断されると S9 に進んで、S5、S6、S7 の肯定回数がそれぞれ入力されてカウント値 A が積算される。次にカウント値 A が B より多いか否かが判断され (S10)、多くないと判断された場合、この対象物 32 を誤認要因であるとみなして検査対象から除外する (S1

1) 一方、多いと判断された場合、この対象物 32 に關して通常の検査を行ない、非金属介在物の定量解析を実施する (S12)。

【0026】以下に、実施例 2 に係る検査装置 20 を用いて対象物を検査した結果について説明する。図 8 は図 6 に示した対象物の濃度ヒストグラムを示した図であり、(a) は非金属介在物、(b) はシミ、(c) は塵埃の場合を示している。分別条件としてはしきい値 X_{∞} を 150、 σ_{∞} を 30、 H_{∞} を 0.13 に設定した。なお比較例として算出手段 (222c)、比較判断手段 (222d) を備えていない従来の検査装置を用いて検査を行なった。この結果、比較例の装置の場合ではシミ、錆、塵埃の誤認率はそれぞれ約 27%、90%、41%であったが、実施例に係る装置の場合ではそれぞれ約 3%、3%、2%であった。

【0027】上記結果及び説明から明らかなように、実施例 2 に係る非金属介在物の検査装置 20 では、非金属介在物と誤認要因との濃度ヒストグラムにはそれぞれ差異があり、例えばこの濃度ヒストグラムより算出される正規分布曲線式を用いて濃度ヒストグラム形状 H に近似させると、誤認要因に比べて非金属介在物における濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 及び濃度標準偏差 σ の方が小さいため、非金属介在物と誤認要因とが容易に自動的に分別される。この結果、誤認要因を除外し、非金属介在物のみに關して測定・分類を行なうことができ、定量解析を確実に実施することができる。

【0028】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係る非金属介在物の検査装置 (1) にあつては、撮像装置により撮像された画像データに関する濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段、及びこれら濃度勾配 K 、濃度標準偏差 σ と、予め設定しておいた非金属介在物及び誤認要因を分別するしきい値 K_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか誤認要因であるかを判断する比較判断手段を含んで分別装置が構成されており、前記非金属介在物と前記誤認要因との濃度プロファイルにはそれぞれ差異があり、前記誤認要因に比べて前記非金属介在物における前記濃度勾配 K 及び濃度標準偏差 σ の方が小さく、このため、前記非金属介在物と前記誤認要因とを容易に自動的に分別することができる。この結果、前記誤認要因を除外し、非金属介在物のみに關して測定・分類を行なうことができ、定量解析を正確に実施することができる。

【0029】また本発明に係る非金属介在物の検査装置 (2) にあつては、撮像装置により撮像された画像データに関する濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ を算出する算出手段、及びこれら濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 、濃度標準偏差 σ と、予

め設定しておいた非金属介在物及び誤認要因を分別するしきい値 H_{∞} 、 X_{∞} 、 σ_{∞} とを比較することにより非金属介在物であるか誤認要因であるかを判断する比較判断手段を含んで分別装置が構成されており、前記非金属介在物と前記誤認要因との濃度ヒストグラムにはそれぞれ差異があり、例えば該濃度ヒストグラムより算出される正規分布曲線式等を用いて前記濃度ヒストグラム形状 H に近似させると、前記誤認要因に比べて前記非金属介在物における前記濃度ヒストグラム形状 H 、濃度平均値 X 及び濃度標準偏差 σ の方が小さく、このため、前記非金属介在物と前記誤認要因とを容易に自動的に分別することができる。この結果、前記誤認要因を除外し、非金属介在物のみに關して測定・分類を行なうことができ、定量解析を正確に実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る非金属介在物の検査装置の実施例 1、2 を共に示したブロック図であり、実施例 1 のものと異なる実施例 2 の構成部品番号は括弧で示している。

【図 2】実施例 1 に係る検査装置を用いた場合、撮像された対象物が非金属介在物か、あるいは誤認要因かを分別する分別装置の動作を示したフローチャートである。

【図 3】濃度プロファイルと濃度勾配とを説明するために示した模式図であり、(a) は対象物と測定画素との位置関係を示した平面図、(b) は走査線 F における画素の濃度プロファイルを示した曲線図である。

【図 4】実施例 2 に係る検査装置を用いた場合、撮像された対象物が非金属介在物か、あるいは誤認要因かを分別する分別装置の動作を示したフローチャートである。

【図 5】濃度ヒストグラム、濃度平均値、濃度ヒストグラム形状の関係を説明するために示した模式図である。

【図 6】対象物のマイクロ写真をスケッチした図であり、(a) は非金属介在物、(b) はシミ、(c) は錆、(d) は塵埃を示している。

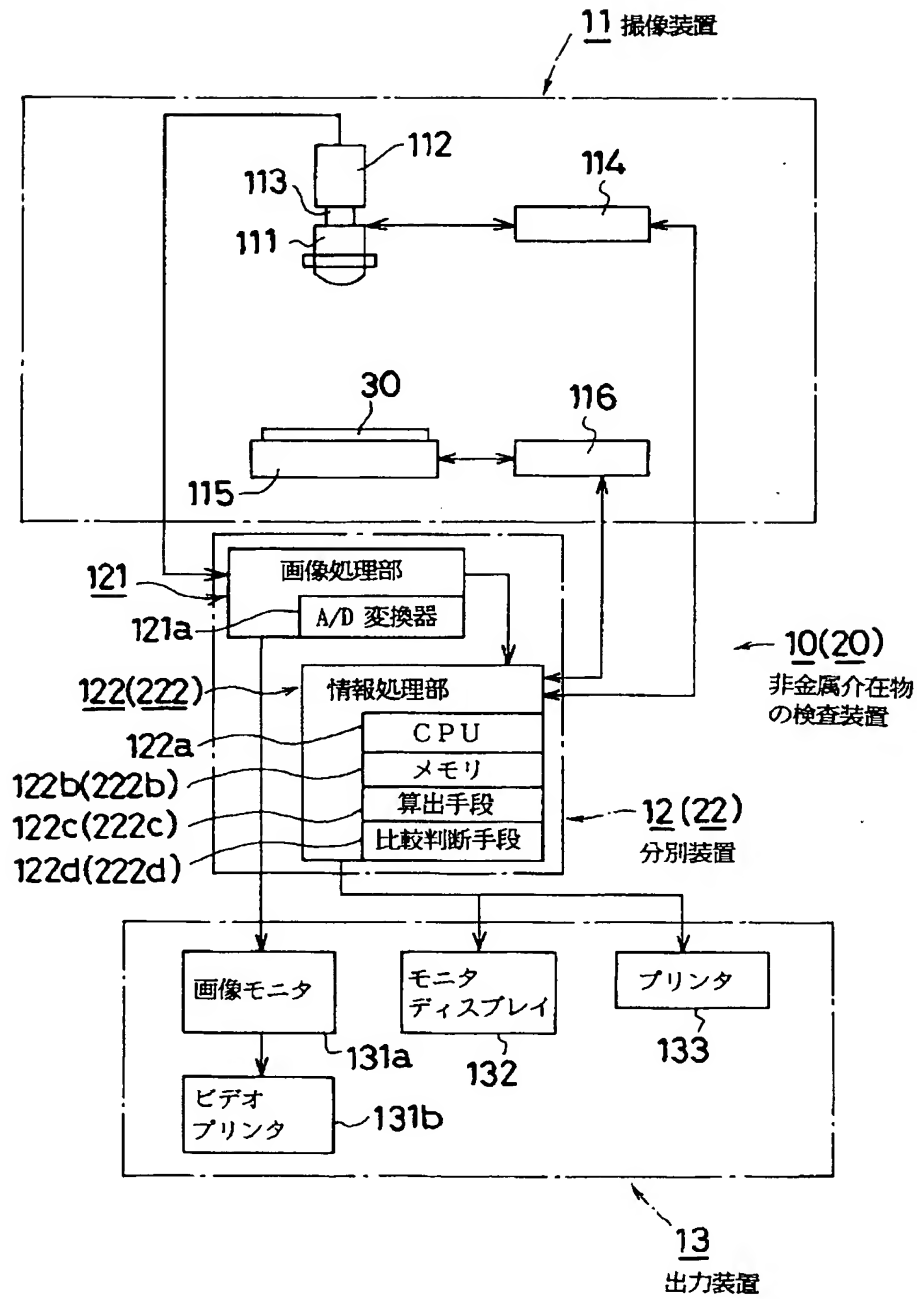
【図 7】対象物の濃度プロファイルの一例を示した曲線図であり、(a) は非金属介在物、(b) はシミ、(c) は塵埃の場合を示している。

【図 8】対象物の濃度ヒストグラムを示した図であり、(a) は非金属介在物、(b) はシミ、(c) は塵埃の場合を示している。

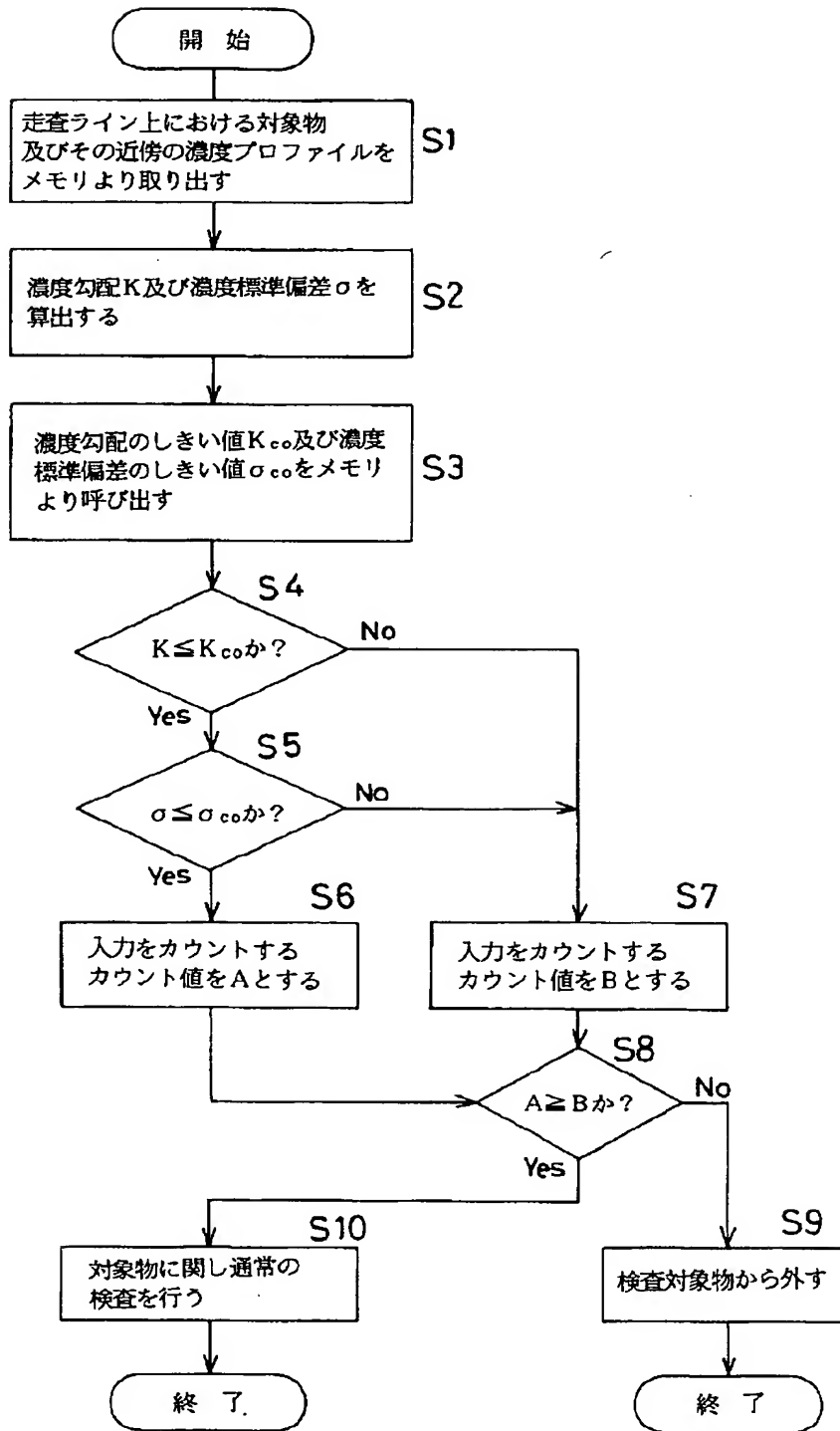
【符号の説明】

- 10 非金属介在物の検査装置
- 11 撮像装置
- 12 分別装置
- 122c 算出手段
- 122d 比較判断手段
- 13 出力手段
- 30 被検査体

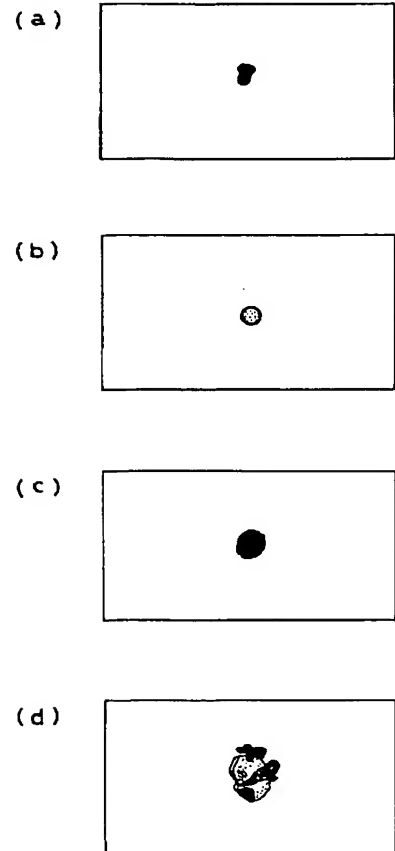
【図 1】



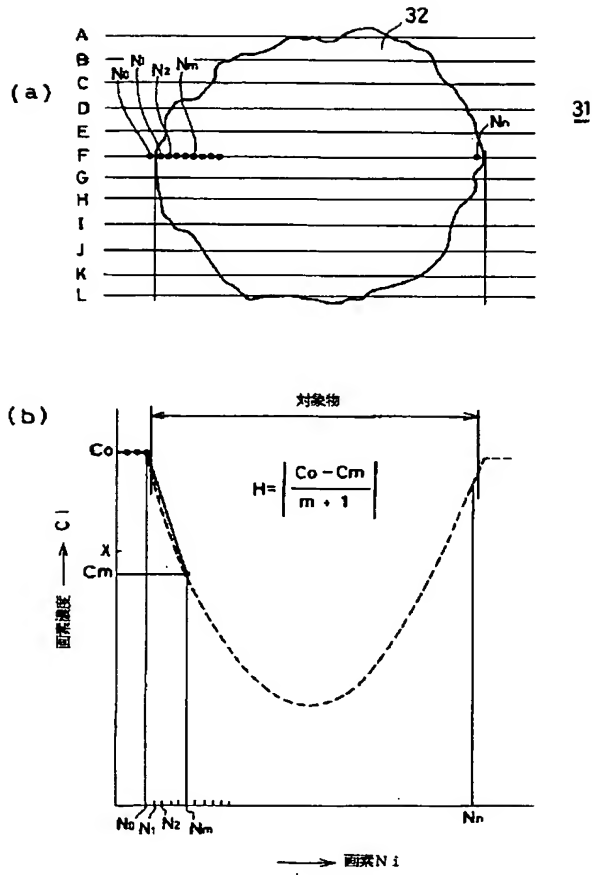
【図 2】



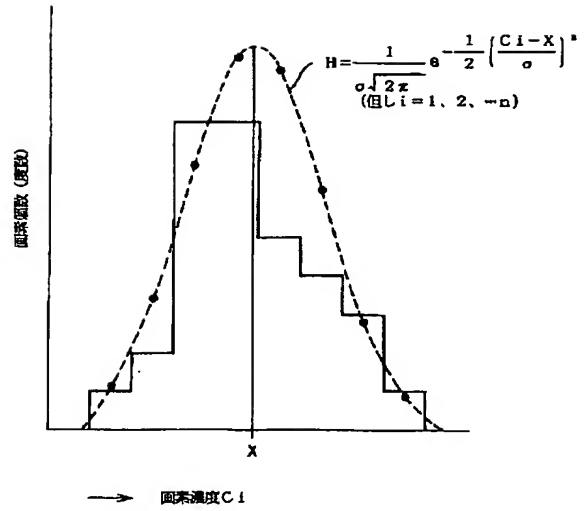
【図 6】



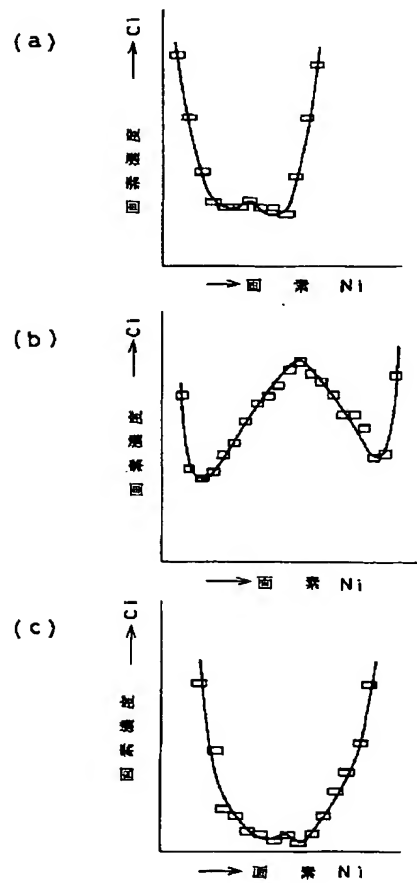
【図3】



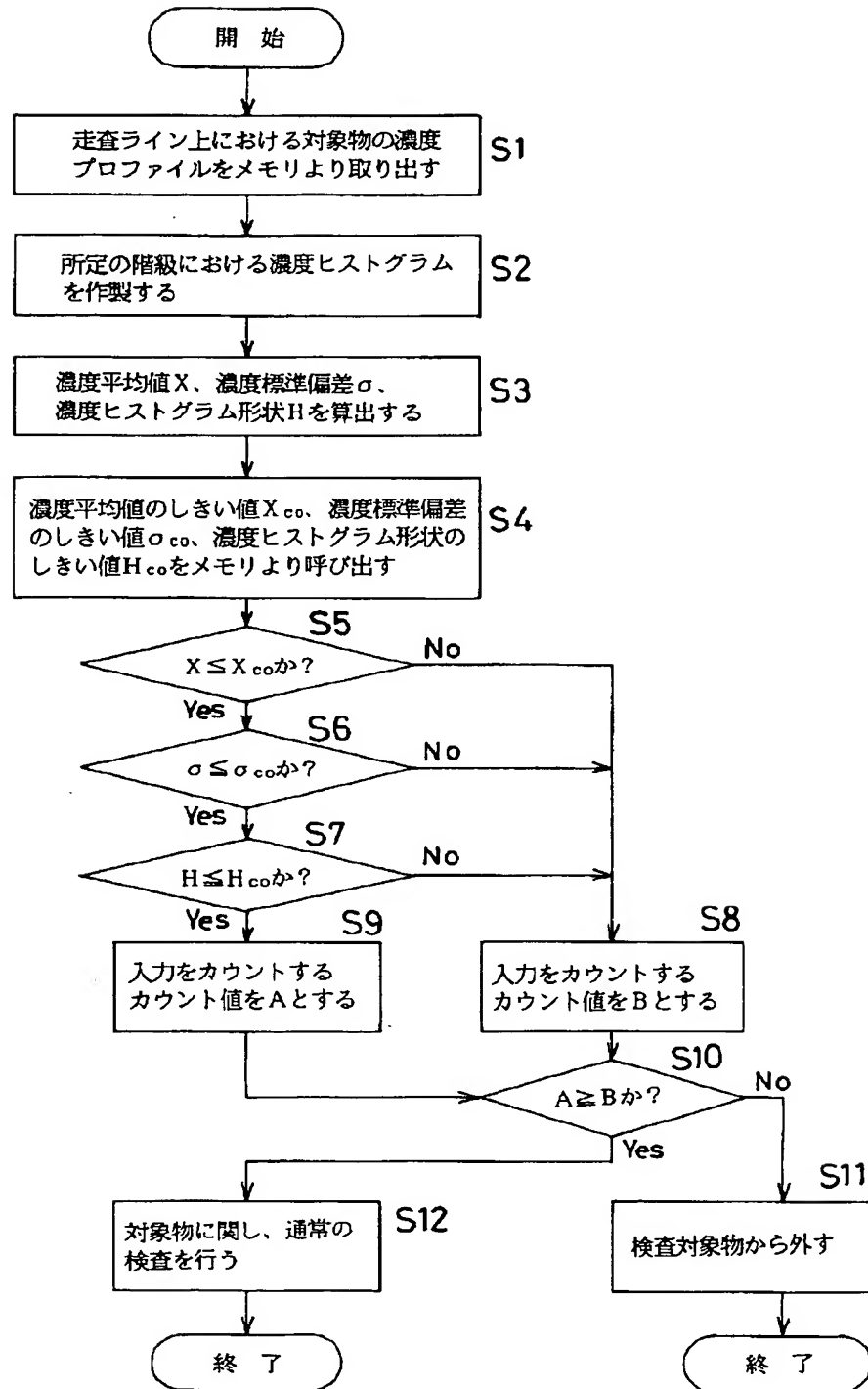
【図5】



【図7】



【図 4】



【図8】

